**"Гироскопия и навигация" №2 (41), 2003**

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **В.Г.Пешехонов** | **Три века развития теории и техники морской навигации в Санкт-Петербурге** | **3** |
| Прослежена трехсотлетняя история развития работ в области морской навигационной техники в Санкт-Петербурге. Показано, что и в прошлые годы, и в настоящее время неоценим вклад санкт-петербургских ученых и инженеров в решение актуальных проблем навигации и создание морской навигационной техники в нашей стране | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **С.М.Дюгуров, Б.Е.Ландау, С.Г.Романенко** | **Модель случайных погрешностей системы съема информации бескарданных электростатических гироскопов** | **18** |
| Приведены результаты исследований случайной погрешности измерения углового положения ротора электростатического гироскопа. На основе экспериментальных исследований шумовых характеристик оптико-электронной системы измерения получены математические модели корреляционной функции и спектральной плотности дисперсии реального шума. Проведена оценка шумовой составляющей случайной погрешности измерений и эффективности ее компенсации с помощью усредняющих алгоритмов | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **М.И.Евстифеев, А.А.Унтилов** | **Требования к точности изготовления упругого подвеса микромеханического гироскопа** | **24** |
| Рассмотрены погрешности микромеханического гироскопа, обусловленные неточностью изготовления упругого подвеса. Предложена методика расчета технологических допусков на отдельные элементы конструкции с использованием программы конечно-элементного анализа. Получены требования к точности изготовления упругого подвеса при различных вариантах соотношений собственных частот - при отсутствии резонансной настройки, при резонансной настройке в случае низкой и высокой добротности. Показана необходимость использования электрической системы подстройки частоты для приборов с резонансной настройкой. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **В.В.Чиковани, Ю.А.Яценко, В.А.Коваленко** | **Результаты испытаний первой партии кориолисовых вибрационных гироскопов и анализ их характеристик** | **32** |
| Представлены характеристики первой партии коммерческих вариантов кориолисовых вибрационных гироскопов с металлическим цилиндрическим резонатором, разработанных и освоенных в производстве в Украинском технологическом центре оптического приборостроения. В первую партию входят три гироскопа: два с диаметром резонатора 22 мм и один диаметром 17 мм. Гироскопы построены на полностью аналоговой электронике, и выходной сигнал представлен в виде напряжения, пропорционального измеряемой угловой скорости.  Анализ основных параметров первой партии КВГ показал, что они несколько уступают по габаритам, массе и уровню случайного шума гироскопам аналогичного класса (включая волоконно-оптические и микромеханические), ведущих в этой области стран мира, однако по дрейфу нуля, температурной чувствительности, стабильности и нелинейности масштабного коэффициента не уступают им.  В результате анализа недостатков первой партии гироскопов, их устранения и ряда планируемых усовершенствований следующая партия КВГ будет иметь размеры Ø50x45 мм, а массу не более 80 г, при этом дрейф нуля сохранится в диапазоне от 1 до 10 град/ч. Уменьшится также мощность потребления примерно в 1,5-2 раза и не будет превышать 1 Вт. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Я.И.Биндер** | **Аналитическое компасирование в инклинометрии скважин малого диаметра** | **38** |
| Рассматривается режим гирокомпасирования для измерения параметров траектории горизонтальных скважин малого диаметра. Впервые показана возможность использования в этом режиме неполной (двухосной) схемы измерения угловой скорости вращения Земли с помощью датчиков угловой скорости. Определяются пределы использования двухосной схемы. Оцениваются ее погрешности, в том числе в предельных режимах. | |  |

**Доклады IX Санкт-Петербургской международной конференции   
по интегрированным навигационным системам**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Б. Айссфеллер, К. Кройе, Д. Санрома, Т. Люк** | **Разработка и анализ технических характеристик сильносвязанной системы ГСНС/ИНС** | **47** |
| Представлены исследования различных схем комплексирования данных глобальных спутниковых навигационных систем (ГСНС) и инерциальных навигационных систем (ИНС). Основное внимание уделено сильносвязанной схеме, в которой отфильтрованные данные ИНС поступают прямо в контуры слежения за кодом и несущей спутникового приемника ГСНС. Для случая использования данных от недорогой ИНС описана возможная структура фильтра и представлена его передаточная функция. Показано, что для обеспечения работы контура слежения за фазой необходимы гироскопы с дрейфом порядка 1 град/ч. Что касается контура слежения за кодовым сигналом, то для него достаточны гироскопы со скоростью дрейфа 10 град/ч.  Описаны результаты моделирования сильносвязанных инерциально-спутниковых систем. Дан обзор использованных алгоритмов и моделей датчиков. Представлена блок-схема комплексной обработки, которая преобразует исходные данные в навигационное решение. Приведены первые результаты моделирования, отмечаются преимущества и проблемы сильносвязанных систем.  Разработан экспериментальный макет сильносвязанной системы, использующей приемник MITEL GPS Architect и инерциальный измерительный модуль LITTON LN-200. Обсуждаются различные аппаратные и программные аспекты задачи обработки данных и синхронизации | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **К. Ладетто, Б. Мермино** | **Комплексирование цифрового магнитного компаса и гироскопа в задаче пешеходной навигации** | **65** |
| Представлен метод калибровки, необходимый для компенсации видимых магнитных возмущений, вызванных движением человека. Проводится сравнение траекторий в зоне, где нет возбуждений, для двух подходов. Подробно излагается идентификация магнитных возмущений, а также процедура непрерывной калибровки погрешностей гироскопа для случая решения задачи навигации в закрытом помещении и на открытом пространстве. Дана концепция надежности, дополняющая характеристику точности. | |  |

**Материалы XХIII конференция памяти Н.Н.Острякова**

**Статьи**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **В.А.Анисимов, Ю.К.Жбанов, Б.С.Зильберман, Г.В.Попов** | **Быстрое компасирование на неподвижном основании** | **79** |
| Рассматривается задача быстрого компасирования на полностью неподвижном основании. Для измерений используется гиростабилизированная платформа, которая может принудительно поворачиваться в азимуте. Считается, что точность компасирования может быть достигнута за счет поворота платформы в азимуте на 180° во время измерений. В этом случае погрешность компасирования, вызванная дрейфом гироскопа, меняет свой знак при развороте. Задача осложняется тем, что требование по быстродействию заставляют выполнить измерения до стабилизации дрейфа. В предлагаемой ниже методике дрейф гироскопа аппроксимируется параболической зависимостью от времени самостоятельно для участков до и после разворота. Обработка замеров, снимаемых с интеграторов показаний акселерометров, выполняется алгоритмами фильтра Калмана. | |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **А.Ф.Дюмин,**   |  | | --- | | **С.Н.Егоров** | | **Наблюдаемость постоянных уходов гироскопа орбитального гирокомпаса** | **85** |
| Рассматривается орбитальный гирокомпас, выполненный в виде свободного трехстепенного гироскопа, положение которого корректируется по показаниям построителя местной вертикали. Предполагается, что орбитальный гирокомпас предназначен лишь для решения основной задачи орбитального гирокомпасирования, т.е. для определения угла рыскания КА в орбитальном координатном базисе. В составе погрешностей такого орбитального гирокомпаса учитываются постоянные уходы гироскопического устройства и постоянная погрешность датчика угла крена построителя местной вертикали. Для случая круговой орбиты движения КА синтезировано оптимальное по точности наблюдающее устройство, в котором не полностью наблюдаемые состояния оцениваются с предельно достижимой точностью. Для случая движения КА по эллиптической орбите показана полная наблюдаемость как постоянных уходов гироскопа, так и постоянной погрешности построителя местной вертикали. | |  |

**Краткие сообщения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **О.Б.Басун, В.А.Грановский, Т.Н.Сирая, А.П.Сухарев** | **Метрологическое сопровождение разработки навигационных систем: постановка проблемы, пути решения** | **93** |
| Метрологическое сопровождение изделий представлено как комплекс мер по обеспечению качества разработки изделий метрологическими методами, направленных на обеспечение сопоставимости результатов измерений и достижение требуемой точности измерений. Особенности сопровождения навигационных систем связаны с выполнением измерений в расширенном смысле, т.к. навигационные параметры не являются физическими величинами в строгом смысле, а навигационные системы и комплексы не относятся к средствам измерений. При этом необходимо обеспечивать высокую точность определения параметров в условиях (при эксплуатации изделий или в процессе производства), когда эталоны недоступны либо не обеспечивают достаточный запас по точности.  Обоснована необходимость опережающей проработки метрологических вопросов на ранних этапах разработки навигационных систем. Специфической формой сопровождения является метрологическая экспертиза на различных этапах разработки. Обязательная экспертиза при согласовании технического задания содержит планирование метрологического обеспечения разработки и предварительную оценку методов подтверждения качества изделия.  Важнейшие метрологические проблемы на этапе испытаний навигационных систем связаны с эталонированием. Выделены два уровня этих проблем - внутренний и внешний, а также особенности их решения. Проблема внешнего эталонирования обусловлена сложностью объектов исследований и неоднозначностью исходного определения параметров в морских условиях.  Для обеспечения качества навигационной аппаратуры метрологическое сопровождение должно осуществляться непрерывно в течение всего периода разработки, изготовления и испытаний изделия. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **С.Г.Кучерков, Д.И.Лычев, А.И.Скалон, Л.А.Чертков** | **Использование вариации Аллана при исследовании характеристик микромеханического гироскопа** | **98** |
| Структура и характер шумовых составляющих выходного сигнала микромеханического гироскопа (ММГ) в большой степени определяет его чувствительность к внешней угловой скорости. Для анализа шумовых составляющих сигнала ММГ наряду с классическими методами исследования широко применяется метод вариации Аллана. В статье приводится инженерная методика применения этого метода и физическая интерпретация основных шумовых составляющих. Используя статистически достаточный объем измерений выходного сигнала ММГ типа ENV-05D-52 (фирма Murata) как на неподвижном основании, так и на вращающемся стенде, проведены вычисления зависимости вариации Аллана от времени корреляции t и определены доминирующие коэффициенты аппроксимирующего выражения. Показано, что в интервале 0,1 с < t < 10 с шумовая составляющая выходного сигнала ММГ может быть представлена в виде белого шума. Аналогичный вывод сделан по результатам анализа зависимости выборочной дисперсии от времени осреднения t.  Для сравнения использованы приведенные в публикациях материалы оценок вариации Аллана для ММГ типа ADXRS150 (фирма Analog Devices) и SiRRS01 (фирма BAE), подтвердившие вывод о доминировании белого шума в интервале 1 с < t < 10 с и выявившие наличие шумовой составляющей вида нестабильности смещения нуля при t > 10 с. Специфические шумовые составляющие, определяемые низкочастотным трендом выходного сигнала, по результатам анализа оценок трех указанных типов ММГ при значениях t < 1000 с не обнаружены | |  |

**Страницы истории**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **С.С.Ривкин** | **Развитие артиллерийской гироскопии на российском флоте** | **105** |
| Излагается история развития гироскопической техники, использующейся в корабельной артиллерии. Поясняется сущность предложенного Е.Л.Бравиным и С.А.Изенбеком выбора углов ориентации корабля в условиях качки. Приведены основные этапы создания гирокомпасов как в дореволюционной России, так и в период строительства советского Военно-Морского Флота. Значительное внимание уделяется разработке в предвоенные годы гировертикалей индикаторного типа. Дальнейшее содержание статьи связано с историей создания артиллерийских гироскопических приборов, основанных на использовании принципов силовой гироскопической стабилизации. Рассматривается роль гироскопических приборов при выработке системой приборов управления стрельбой углов наведения артиллерийских установок в условиях качки корабля. Анализируется использование гироскопических приборов для осуществления стабилизации приборов наблюдения, применяющихся в корабельной артиллерии. Приводятся основные принципы построения инерциальных навигационных систем платформенного и бесплатформенного типов, применяющихся на самолетах и на кораблях. Рассматриваются перспективы создания артиллерийских гироскопических приборов, основанных на использовании инерциальных принципов. | |  |

**Информация**

|  |  |
| --- | --- |
| О первой Всероссийской научной конференции "Управление и информационные технологии" (УИТ'2003) | **113** |

|  |  |
| --- | --- |
| Российские и международные конференции, симпозиумы и выставки | **116** |